

## PENGARUH VARIASI JENIS CAIRAN PENUKAR PANAS TERHADAP KINERJA PEMANAS AIR TENAGA SURYA SISTEM PELAT DATAR YANG MENGGUNAKAN PRINSIP SIRKULASI PAKSA

Zainul Arifin<sup>1</sup>, Dedi Dwi Laksana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37, Jember 68121

E-mail: [aris.teknik@unej.ac.id](mailto:aris.teknik@unej.ac.id)

### ABSTRAK

*Pemanas air tenaga surya adalah alat yang berfungsi untuk memanaskan air dengan menggunakan kolektor surya sebagai penyerap panas dari radiasi panas matahari yang diteruskan ke pipa yang berisi cairan penukar panas (heat exchanger). Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian perbandingan kinerja pemanas air tenaga surya antara kinerja pemanas air yang menggunakan cairan penukar panas air, air garam 3,5 %, dan minyak kelapa sawit. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data setiap 30 menit selama 3 jam yaitu pada pukul 09.00-12.00 WIB dan pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali pada hari yang berbeda dengan variasi jenis cairan penukar panas. Dari penelitian tersebut diambil data antara lain suhu cairan penukar panas masuk dan keluar kolektor, dan suhu air pada tangki, yang kemudian dilakukan pengolahan data untuk menentukan laju aliran massa, massa jenis fluida, perbedaan suhu pada cairan penukar panas masuk dan keluar kolektor ( $\Delta T$ ), kinerja pemanas air tenaga surya ( $q$ ), dan pengolahan data secara grafik. Hasil penelitian dari beberapa jenis cairan penukar panas air, air garam 3,5 %, dan minyak kelapa sawit menunjukkan bahwa cairan penukar panas minyak kelapa sawit dengan kapasitas panas sebesar 1,866 kJ/kg.K dan titik didih sebesar 175 °C adalah kinerja paling besar, nilai kinerja paling rendah dimiliki oleh air. Hal ini disebabkan nilai kapasitas panas minyak kelapa sawit lebih kecil dari kapasitas panas air dan lebih besar dari kapasitas air garam 3,5 %, selain itu juga dipengaruhi oleh titik didih minyak kelapa sawit yang paling tinggi dari cairan penukar panas lainnya.*

Kata kunci: *Heat exchanger*; kapasitas panas, kinerja, kolektor, titik didih

### PENDAHULUAN

Indonesia yang terletak di daerah tropis ini sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Untuk itu maka pemanfaatan energi matahari dapat di mulai dari yang sederhana yaitu menangkap energi yang dihasilkan dari sinar matahari dengan pelat datar kemudian diteruskan ke pipa yang berisi air. Proses pemanasan air menggunakan radiasi matahari bergantung pada intensitas radiasi matahari yang ditangkap kolektor surya dan panas yang dipindahkan dari pipa kolektor ke air. Untuk memaksimalkan radiasi panas yang diterima oleh kolektor surya maka diperlukan cairan penukar panas yang dapat menangkap energi panas matahari secara optimal. [1]

Dari penelitian sebelumnya disimpulkan pemanas air tenaga surya menggunakan karbon sebagai penampung kalor yang hasilnya suhu air dalam tandon naik sebesar 0,0009 °C per detik dan

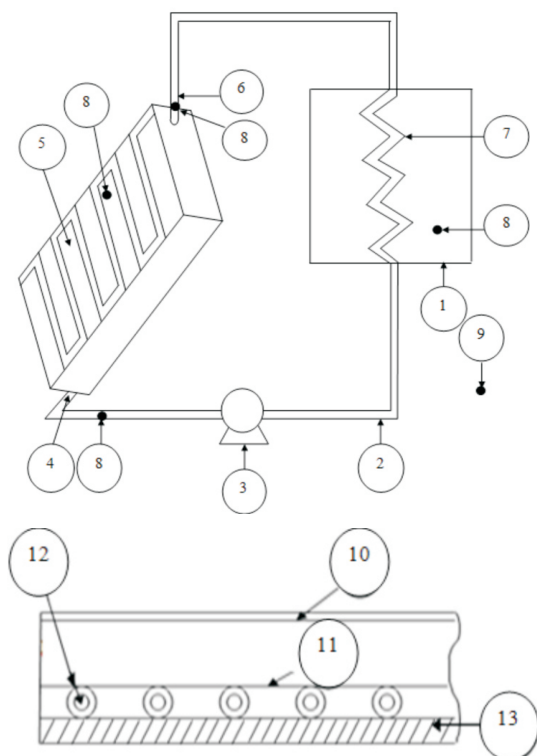
pada kondisi penyinaran maksimum, laju panas perdetik yang di transfer dari bahan campuran semen karbon ke air sebesar 0,075 KW. [2]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jenis cairan penukar panas terhadap kinerja pemanas air tenaga surya sistem pelat datar yang menggunakan prinsip sirkulasi paksa. Jenis cairan penukar panas yang digunakan adalah air, air garam 3,5 %, dan minyak kelapa sawit. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang hal tersebut agar dapat diketahui perbedaan kinerja pemanas air tenaga surya dari ketiga jenis cairan penukar panas tersebut.

### METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain: Prototipe pemanas air tenaga surya, termometer digital (Tipe K dengan temperatur maksimal 300°C dan panjang 2 cm), pompa filter aquarium kapasitas alir 960 liter/jam.

Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah air yang dipanaskan yaitu air bersih dari sumber air sumur sebanyak 4 liter untuk di tempatkan pada tangki air, jenis cairan pemanas yaitu digunakan air ( $C_p = 4,2$  kJ/kg), air garam 3.5 % ( $C_p = 1,431$  kJ/kg), dan minyak kelapa sawit ( $C_p = 1,866$  kJ/kg) dengan masing-masing volumenya 1 liter. Dengan presentase kadar garam 3,5% pada larutan garam yaitu dalam 1 liter air terdapat 35 gram garam dan minyak kelapa sawit yang digunakan adalah minyak kelapa sawit dengan merk A, lem kaca untuk merekatkan boks kolektor, lem pipa PVC merk B digunakan untuk merekatkan pipa. Skema alat uji dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1. Pengujian diawali dengan proses penyusunan peralatan, kemudian dilakukan proses pengambilan data yaitu fluida pemanas dimasukan ke dalam kolektor pemanas air tenaga surya, mencatat temperatur fluida pemanas pada sisi masuk dan keluar kolektor, pompa di hidupkan agar terjadi sirkulasi pada cairan penukar panas. Mencatat data setiap 30 menit terhitung saat jam pukul 09.00-12.00 WIB. Pengujian tersebut dilakukan sebanyak 3 kali pada hari yang berbeda dengan variasi jenis cairan penukar panas. Data yang diambil meliputi data  $T_{a1}$ ,  $T_{a2}$ ,  $T_{air}$  tangki,  $T_{lingkungan}$  dan  $T_{pelat}$  kemudian di hitung menggunakan rumus kinerja untuk mengetahui kinerja masing-masing cairan penukar panas.



Gambar 1. Bagian-bagian prototipe pemanas air tenaga surya

Keterangan:

1. Tangki air
2. Pipa penghubung
3. Pompa
4. Saluran fluida masuk kolektor
5. Panel kolektor
6. Saluran fluida keluar kolektor
7. Pipa *heat exchanger*
8. Termokopel
9. Titik pengukuran suhu lingkungan
10. Kaca
11. Pelat *absorber* seng
12. Pipa *heat exchanger*
13. *Styrofoam*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Data hasil penelitian berupa temperatur  $T_{a1}$ ,  $T_{a2}$ ,  $T_{air}$  tangki,  $T_{lingkungan}$ , dan  $T_{pelat}$ , ditunjukkan pada Tabel 1. Dari data tersebut diolah menghasilkan kinerja dari kolektor surya. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 2.

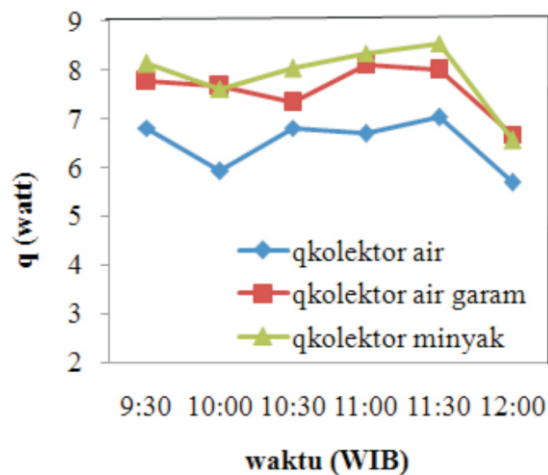
Data hasil perhitungan pada Tabel 2 ditampilkan dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 2 sampai 5.

Tabel 1. Data hasil pengujian prototipe pemanas air pada jam 09.00-12.00 WIB

Jenis Cairan	Waktu (jam)	$T_{a1}$ (°C)	$T_{a2}$ (°C)	$T_{air}$ tangki (°C)	$T_{lingkungan}$ (°C)	$T_{pelat}$ (°C)
Air	9:30	25.2	31.3	28	29	37,7
	10:00	29.1	34.4	31.6	32	43
	10:30	34.4	40.5	37	33	47,2
	11:00	36.8	42.3	39.6	34,8	45,7
	11:30	40	46.3	43.1	35,4	48,8
	12:00	39.5	44.6	41.4	33,4	43,2
Air Garam 3.5%	9:30	27.3	34.4	31.8	28,9	38,6
	10:00	30.5	37.5	35.5	32,4	43,7
	10:30	34.9	41.6	39.4	33,2	46,5
	11:00	37	44.4	42.4	34,5	48,7
	11:30	41.2	48.5	46.5	35,1	49,3
	12:00	40.1	46.2	44.2	35,5	48,8
Minyak Kelapa Sawit	9:30	28.6	36.4	34.8	28,7	37,9
	10:00	31.9	39.2	38.4	31,3	42.3
	10:30	36.7	44.4	43.5	33,8	47.5
	11:00	38.6	46.6	45.2	34,2	48.8
	11:30	44.3	52.5	49.8	34,7	49.3
	12:00	43.4	49.7	47.3	35,8	48.7

Tabel 2. Data hasil perhitungan kinerja prototipe pemanas air

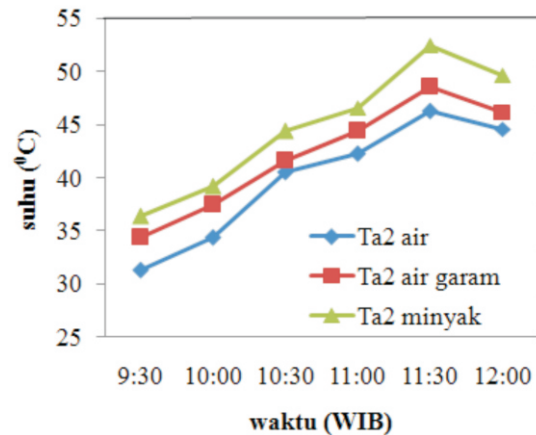
Jenis Cairan	Cp kJ/kg.K	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$\dot{m}$ kg/s	$\Delta T$ (K)	q (Watt)
Air	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	6.1	6.814
	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	5.3	5.921
	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	6.1	6.815
	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	6	6.703
	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	6.3	7.038
	4.2	996	$2.66 \times 10^{-1}$	5.1	5.698
Air Garam 3.5 %	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	7.1	7.782
	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	7	7.672
	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	6.7	7.343
	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	7.4	8.11
	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	7.3	8
	4.0	1025	$2.74 \times 10^{-1}$	6.1	6.686
Minyak Kelapa Sawit	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	7.8	8.143
	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	7.3	7.621
	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	7.7	8.039
	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	8	8.352
	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	8.2	8.561
	4.5	870.2	$2.32 \times 10^{-1}$	6.3	6.577



Gambar 2. Grafik hubungan waktu terhadap kinerja kolektor

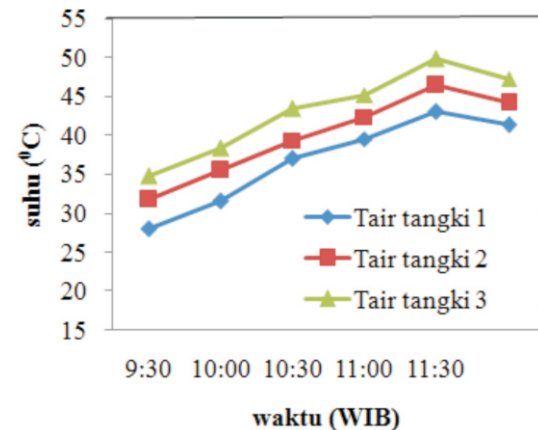
Gambar 2 menunjukkan perbandingan kinerja kolektor pada kolektor dengan cairan *heat exchanger* air, air garam 3.5 %, dan minyak kelapa sawit. Kolektor dengan variasi jenis cairan penukar panas menunjukkan perbedaan suhu yaitu kolektor dengan variasi jenis cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit mempunyai kinerja lebih tinggi di dibandingkan dengan yang lainnya. Pada jam 11.30 WIB merupakan suhu puncaknya. Namun pada jam 12.00 WIB terjadi penurunan ini disebabkan oleh

kapasitas panas minyak kelapa sawit yang lebih kecil dari air dan lebih besar dari air garam 3.5 %, namun titik didihnya paling tinggi dari air dan air garam sehingga suhunya akan cepat meningkat bila di panaskan dan cepat mengalami penurunan suhu apabila panas dari radiasi yang diterima kolektor mengalami penurunan.



Gambar 4. Grafik hubungan waktu terhadap suhu cairan *heat exchanger* masuk kolektor

Gambar 4 menunjukkan perbandingan suhu cairan *heat exchanger* pemanas air, terlihat bahwa suhu puncak terjadi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  minyak kelapa sawit sebesar  $49.8^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{a2}$  air garam sebesar  $46.5^{\circ}\text{C}$ , dan  $T_{a2}$  air sebesar  $43.1^{\circ}\text{C}$ . Cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit mempunyai suhu tertinggi dibanding dengan air garam dan air. Pada Gambar 4 sama seperti pada cairan *heat exchanger* masuk pada kolektor, terlihat cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit keluar dari kolektor mempunyai suhu lebih tinggi dibandingkan dengan cairan *heat exchanger* air garam 3.5 % dan air. Peristiwa perpindahan panas yang terjadi yaitu pada pelat *absorber* seng menyerap radiasi matahari mempunyai suhu tinggi kemudian di konduksikan ke pipa kolektor dan dikonveksikan ke cairan *heat exchanger*.



Gambar 5. Grafik hubungan waktu terhadap suhu air pada tangki

Gambar 5 menunjukkan perbandingan suhu air pada tangki yang dipanaskan oleh cairan *heat exchanger*, terlihat bahwa suhu puncak terjadi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 3 (menggunakan cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit) sebesar  $49,8^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{air}$  tangki 2 (menggunakan cairan *heat exchanger* air garam 3.5 %) sebesar  $46,5^{\circ}\text{C}$ , dan  $T_{air}$  tangki 1 (menggunakan cairan *heat exchanger* air) sebesar  $43,1^{\circ}\text{C}$ .  $T_{air}$  tangki 3 (suhu air pada tangki dengan menggunakan cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit) mempunyai suhu tertinggi dibandingkan dengan suhu air yang dipanaskan oleh cairan *heat exchanger* air garam 3.5% dan air.

## KESIMPULAN

Penggunaan cairan penukar panas minyak kelapa sawit mempengaruhi nilai kinerja pemanas air dengan kinerja tertinggi pada waktu jam 11.30 WIB dengan nilai  $q_3$  (kinerja) sebesar 8.561 Watt dan kinerja terendah pada waktu jam 12.00 WIB dengan nilai  $q_3$  (kinerja) sebesar 6.577 Watt, sedangkan penggunaan cairan penukar panas air garam 3.5 % dengan kinerja tertinggi pada jam 11.00 WIB dengan nilai  $q_2$  (kinerja) sebesar 8.110 Watt dan kinerja terendah pada waktu jam 12.00 WIB dengan nilai  $q_2$  (kinerja) sebesar 6.686 Watt, dan penggunaan cairan penukar panas air dengan kinerja tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $q_1$  (kinerja) sebesar 7.038 Watt dan kinerja terendah pada jam 12.00 WIB dengan nilai  $q_1$  (kinerja) sebesar 5.698 watt.

Pada cairan penukar panas masuk kolektor dengan suhu tertinggi terjadi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a1}$  minyak kelapa sawit sebesar  $44,3^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{a1}$  minyak kelapa sawit sebesar  $28,6^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan penggunaan cairan penukar panas air garam suhu cairan penukar panas masuk kolektor tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a1}$  garam sebesar  $41,2^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{a1}$  garam sebesar  $27,3^{\circ}\text{C}$ . Penggunaan cairan penukar panas air suhu yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a1}$  air sebesar  $40^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan pada cairan penukar panas keluar kolektor yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  minyak kelapa sawit sebesar  $49,8^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  minyak kelapa sawit sebesar  $36,4^{\circ}\text{C}$ . Penggunaan cairan penukar panas air garam 3.5 % suhu yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  air garam sebesar  $48,5^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  air garam sebesar  $34,4^{\circ}\text{C}$ . Penggunaan cairan penukar panas air suhu yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{a2}$  air sebesar  $46,3^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 dengan nilai  $T_{a2}$  air sebesar  $31,3^{\circ}\text{C}$ . Suhu air pada

tangki yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 3 (menggunakan cairan *heat exchanger* minyak kelapa sawit) sebesar  $49,8^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 3 sebesar  $34,8^{\circ}\text{C}$ , Suhu air pada tangki yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 2 (menggunakan cairan *heat exchanger* air garam 3.5%) sebesar  $46,5^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 2 sebesar  $31,8^{\circ}\text{C}$ , Suhu air pada tangki yang tertinggi pada jam 11.30 WIB dengan nilai dan  $T_{air}$  tangki 1 (menggunakan cairan *heat exchanger* air) sebesar  $43,1^{\circ}\text{C}$  dan terendah pada jam 9.30 WIB dengan nilai  $T_{air}$  tangki 1 sebesar  $28^{\circ}\text{C}$ .

## SARAN

Saran yang dapat penulis sampaikan diantaranya yaitu untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan jenis cairan penukar panas yang sejenis namun berbeda konsentrasi dengan penelitian ini. Variasikan pelat *absorber* kolektor, karena pelat *absorber* kolektor tersebut berpengaruh pada besarnya penyerapan radiasi panas matahari.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sidopekso, Satwiko. 2011. *Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Pemanas Air*. Jakarta: Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta (UNJ).
- [2] Wihantoro, dan Sunardi. 2010. *Prototipe Pemanas Air Tenaga Surya Menggunakan Karbon Sebagai Penampung Kalor*. Universitas Jenderal Soedirman.